饲粮中添加黄花蒿乙醇提取物对奶牛产奶性能及乳脂中共轭亚油酸含量的影响[1]

斯琴毕力格[1] 王丽芳[2*] 丁 赫[1] 刘旺景[1] 连海飞[2] 敖长金[1*]

（1.内蒙古农业大学动物科学学院，呼和浩特 010018；2.内蒙古农牧业科学院，呼和浩特 010031）

摘 要：本文旨在研究饲粮中添加黄花蒿乙醇提取物对奶牛产奶性能及乳脂中共轭亚油酸（CLA）含量的影响。试验选取体重（600±29） kg、胎次 2~3 胎、泌乳期（158±3） d 及泌乳量（22.8±1.8） kg/d 的泌乳期荷斯坦奶牛 15 头，采用完全随机区组设计分为 3 组，每组 5 头，进行为期 40 d 的饲养试验，其中 1~9 d 为预试期，10～40 d 为正试期。对照组饲喂基础饲粮，试验 1 组和试验 2 组分别在基础饲粮中添加 96 和 160 g/(d·头)的黄花蒿乙醇提取物。结果表明：整个试验期间，2 个试验组的产奶量（第 24、31 和 40 天）、乳脂率、乳脂产量、乳蛋白率、乳蛋白产量、非脂固形物含量以及乳脂中的饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸、短链脂肪酸、中链脂肪酸和长链脂肪酸含量与对照组相比均无显著差异($P>0.05$)；2 个试验组的乳脂中 CLA 含量分别比对照组提高了 30.7%和 38.6%，其中试验 2 组与对照组差异显著($P<0.05$)。由此得出，饲粮中添加适量的黄花蒿乙醇提取物对奶牛产奶性能没有明显影响，但可以提高其乳脂中 CLA 含量，从而优化乳脂中脂肪酸的比例。

关键词：奶牛；黄花蒿乙醇提取物；产奶性能；乳脂；共轭亚油酸

中图分类号：S823

共轭亚油酸（CLA）是乳脂中一种微量的不饱和脂肪酸，它具有抗癌、抗糖尿病及抗动脉粥样硬化等功效。CLA 主要存在于反刍动物乳、肉中，其中乳脂肪是最丰富的天然 CLA

收稿日期：2017-05-09

基金项目：内蒙古自治区自然科学基金项目（2013MS0418）；内蒙古农牧业科学院青年创新基金项目（2014QNJJM02）

作者简介：斯琴毕力格（1990-），女，内蒙古锡盟人，硕士研究生，研究方向为动物营养与饲料科学。E-mail: siqin727@126.com

*通信作者：王丽芳，副研究员，E-mail: wanglifang100008@163.com；敖长金，教授，博士生导师，E-mail: changjinao@aliyun.com

来源。因 CLA 有许多生物保健作用，因此，提高奶牛乳脂中 CLA 含量、调控乳脂脂肪酸组成具有重要的意义。Kelly 等[1]报道，在奶牛饲粮中分别添加 8%的花生油、葵花籽油和亚麻油后，8%的葵花籽油更有利于提高乳脂中 CLA 含量。梁贤威等[2]研究发现，泌乳水牛饲粮中添加适量的葵花仔油、茶油或二者的混合油均可提高其乳脂率和乳脂中 CLA 的含量，其中葵花籽油的效果最为显著。薛秀恒等[3]的研究也证实，在奶牛精料中添加葵花籽油及葵花籽油与豆油混合油后其乳脂中 CLA 含量分别达到了 21.36 和 16.92 mg/g。刘仕军等[4]研究发现，在奶牛饲粮中添加植物油籽可以改变乳脂脂肪酸组成，增加 CLA 含量，与对照组相比，饲粮添加膨化大豆后乳脂中 CLA 含量提高了 83.33%。晏荣等[5]研究表明，用苜蓿青贮替代玉米青贮能有效提高奶牛乳脂中 CLA 含量。王丽芳[6]在奶山羊饲粮中添加 7.26~12.10 g/d 的黄花蒿提取物后显著增加了乳脂中 CLA 含量，但有关在饲粮中添加黄花蒿乙醇提取物对奶牛产奶性能及乳脂中 CLA 含量影响的研究未见报道。因此，本试验拟探讨饲粮中添加黄花蒿乙醇提取物对奶牛产奶性能及乳脂中 CLA 含量的影响，以期为生产功能性乳提供参考依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

黄花蒿购置于南京，其成分及比例为：倍半萜类 35%、芳香族类 29%、脂肪酸类 6%、甾体类 6%、三萜类 6%、脂肪族类 4%、生物碱类 3%、酚类 5%、杂环类 2%、其他 4%，黄花蒿乙醇提取物提取工艺条件：乙醇浓度为 55%，在 95 ℃条件下提取 2 h。

1.2　试验设计和饲养管理

选取体重[平均体重（600±29） kg]、胎次（2~3 胎）、泌乳期[（158±3） d]及泌乳量[（22.8±1.8） kg/d]相近的荷斯坦奶牛 15 头，按照产奶量相近的原则随机分成 3 组，每组 5 头。对照组饲喂基础饲粮，试验 1 组和试验 2 组分别在基础饲粮中添加 96 和 160 g/(d·头)的黄花蒿乙醇提取物。1~9 d 为预试期，10～40 d 为正试期。试验牛统一管理，自由采食、自由饮水；每天饲喂 2 次、挤奶 2 次，有饲养员专门挤奶。

1.3　基础饲粮

试验所用精、粗饲料均来自呼和浩特市赛罕区牧场，基础饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1　基础饲粮组成及营养水平（干物质基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of the basal diet (DM basis)　%

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
精饲料 Concentrated feed	53.2
苜蓿 Alfalfa	10.9
羊草 Leymus chinensis	3.6
青贮料 Silage	25.1
谷草 Millet straw	7.2
合计 Total	100.0
营养水平 Nutrient levels	
干物质 DM/(kg/d)	13.50
产奶净能 NE_L/(MJ/kg)	6.40
粗蛋白质 CP	14.20
粗脂肪 EE	2.94
中性洗涤纤维 NDF	42.50
钙 Ca	0.83
磷 P	0.65

1.4　样品的采集及指标测定

从预试期开始每周记录 3～4 d 产奶量。第 1、10、17、24、31、40 天采集奶样进行乳成分分析。每天记录有刻度挤奶杯上的产奶量，第 1、10、17、24、31、40 天采集早、晚乳样，将 2 次乳样按 1:1 比例混合均匀，取 25 mL 混合乳样利用乳成分分析仪（Mickro-FT120,FOSS）分析乳脂率、乳蛋白率、乳总固体含量、非脂乳固体含量及乳糖率；同时，将每次混合乳样置于-20 ℃冰箱中冷冻保藏，用于后续乳脂脂肪酸组成的分析。

样品中脂肪酸的提取方法如下：把冷冻牛奶置于冷水中融化后，取 2 mL 奶样加 4 mL 正己烷/异丙醇溶液，再加硫酸钠（Na_2SO_4）溶液 2 mL，室温 5 300 r/min 离心 20 min；然后提取上清液在 20 mL 水解管中，混合后氮气吹干。

样品的甲酯化具体方法如下：在氮气吹干后的水解管内加入 2 mL 甲醇钠（$NaOCH_3$）/甲醇，在 50 ℃水浴 15 min，冷却后加入 2 mL 盐酸/甲醇溶液在 80 ℃水浴 1.5 h。然后冷却到室温，加入 3 mL 水和 6 mL 正己烷，震荡，静置或离心分层。最后吸取上层液体（尽量吸净），定容 10 mL，加无水 Na_2SO_4 干燥后，于气相色谱仪测定。气相色谱仪型号为 Agilent 6890N。

1.5　数据统计

数据用 Excel 2007 初步分析后，再用 SAS 9.2 软件进行单因素方差分析，以 $P<0.05$ 作为差异显著的判断标准。

2　结　果

2.1 饲粮中添加黄花蒿乙醇提取物对奶牛产奶量的影响

从图 1 中可以看出，随着试验时间的延长，试验 2 组和对照组的产奶量均有所增加，而试验 1 组的产奶量呈先增加后降低的趋势。从表 2 中可以看出，与对照组相比，试验结束时（第 40 天），试验 1 组的产奶量低于对照组，但差异不显著（$P>0.05$）；试验 2 组的产奶量高于对照组，差异也不显著（$P>0.05$）。随着试验时间的延长，对照组和试验 2 组（除第 24 天）的产奶量均高于试验开始时（第 1 天）的产奶量，而试验 1 组第 24、31 和 40 天的产奶量显著低于试验开始时的产奶量（$P<0.05$）。

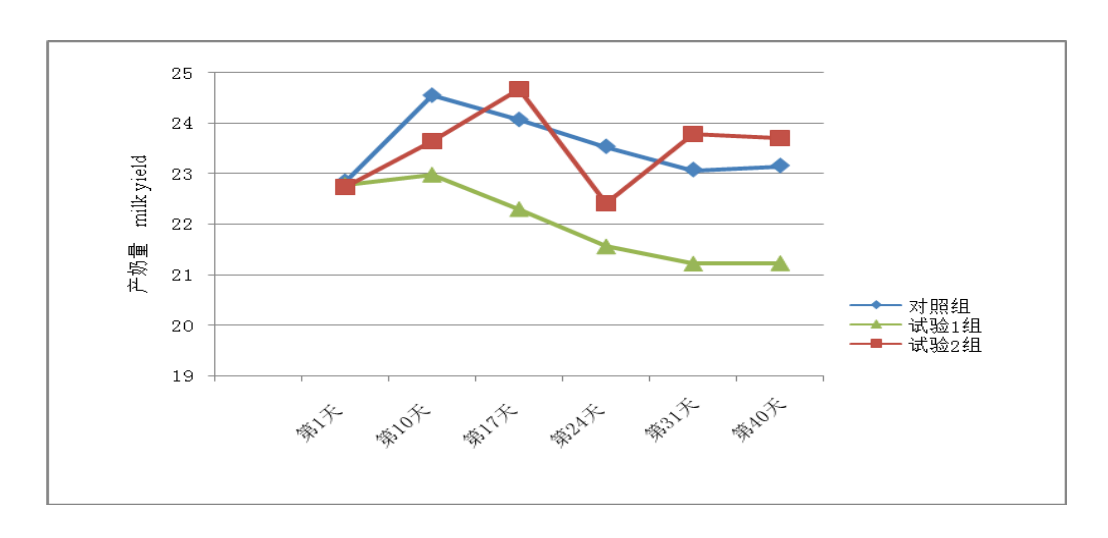


图 1 饲粮中添加黄花蒿乙醇提取物对奶牛产奶量的影响

Fig.1 Effects of dietary artemisia annua extracts on milk yield of lactating cows

表 2 饲粮中添加黄花蒿乙醇提取物对奶牛产奶量的影响

Table 2 Effects of dietary artemisia annua extracts on milk yield of lactating cows kg/d

时间 Time	对照组 Control group	试验 1 组 Experimental group 1	试验 2 组 Experimental group 2	SEM	*P* 值 *P*-value
第 1 天 The 1st day	22.84	22.78^{a}	22.74	0.03	0.998
第 10 天 The 10th day	24.54^{A}	22.98^{Bab}	23.63^{AB}	0.45	0.029
第 17 天 The 17th day	24.06^{AB}	22.30^{Bab}	24.66^{A}	0.71	0.046
第 24 天 The 24th day	23.53	21.56^{b}	22.41	0.57	0.140
第 31 天 The 31st day	23.07	21.22^{b}	23.78	0.76	0.240
第 40 天 The 40th day	23.15	21.23^{b}	23.69	0.75	0.088

同行数据肩标不同大写字母表示差异显著(P＜0.05)，相同或无字母表示差异不显著(P＞0.05)。同列数据肩标不同小写字母表示差异显著(P＜0.05)，相同或无字母表示差异不显著(P＞0.05)。下表同。

In the same row, values with different capital letter superscripts mean significant difference (P＜0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P＞0.05). In the same column, values with different small letter superscripts mean significant difference (P＜0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P＞0.05). The same as below.

2.2　饲粮中添加黄花蒿乙醇提取物对奶牛乳成分的影响

从表 3 中可以看出，与对照组相比，试验 1 组和试验 2 组的乳脂率分别提高了 14.7%、22.4%(P＞0.05)，乳脂产量也分别提高了 4.2%和 4.8%(P＞0.05)；乳蛋白率分别提高了 10.6%和 6.1%(P＞0.05)，乳蛋白产量也分别提高了 3.5%和 1.3%(P＞0.05)；非脂乳固体含量分别提高了 12.2%和 6.7%(P＞0.05)；试验 1、2 组的乳总固体含量有下降的趋势(P＞0.05)；试验 1 组的乳糖率有提高的趋势(P＞0.05)，试验 2 组的乳糖率有下降的趋势(P＞0.05)。

表 3　饲粮中添加黄花蒿乙醇提取物对奶牛乳成分的影响

Table 3　Effects of dietary artemisia annua extracts on milk composition of lactating cows

项目 Items	对照组 Control group	试验 1 组 Experimental group 1	试验 2 组 Experimental group 2	SEM	P 值 P-value
产奶量 Milk yield/(kg/d)	23.53	22.01	23.49	0.545	0.25
乳脂率 Milk fat percentage/%	3.12	3.58	3.82	0.205	0.51
乳脂产量 Milk fat yield/(kg/d)	0.74	0.87	0.89	0.047	0.42
乳蛋白率 Milk protein percentage/%	3.51	3.84	3.7	0.096	0.42
乳蛋白产量 Milk protein yield/(kg/d)	0.83	0.94	0.87	0.032	0.34
乳总固体含量 Milk total solid content/%	14.03	13.73	13.08	0.280	0.61
非脂乳固体含量 Non-fat milk solid content/%	9.2	9.58	9.41	0.110	0.23
乳糖率 Lactose percentage/%	4.93	5.05	4.90	0.046	0.67

2.3　饲粮中添加黄花蒿乙醇提取物对乳脂脂肪酸组成的影响

从表 4 中可以看出，与对照组相比，试验 1、2 组乳脂中 CLA 含量都有增加的趋势，其中试验 2 组与对照组差异显著(P＜0.05)，试验 1、2 组乳脂中 CLA 含量比对照组分别提高了 30.7%和 38.6%。与对照组相比，试验 1、2 组乳脂中饱和脂肪酸、不饱和脂肪、单不饱和脂肪酸含量均有下降的趋势，但是差异不显著(P＞0.05）；试验 1、2 组乳脂中多不饱和脂肪酸含量均高于对照组，比对照组分别提高了 28.1%和 12%，但差异不显著（P＞0.05）；试验 1、2 组乳脂中长链脂肪酸含量有增加趋势，但差异不显著（P＞0.05），试验 1、2 组乳脂中长链脂肪酸含量比对照组分别提高了 34.5%和 24.5%；试验 1 组乳脂中短链脂肪酸和中链脂肪酸含量均有提高的趋势，试验 2 组的短链脂肪酸和中链脂肪酸均有降低的趋势，但差异不显著（P＞0.05）。

表 4　饲粮中添加黄花蒿乙醇提取物对奶牛乳脂脂肪酸组成的影响

Table 4　Effects of dietary artemisia annua extracts on fatty acid composition in milk fat of lactating cows

项目 Items	对照组 Control group	试验 1 组 Experimental group 1	试验 2 组 Experimental group 2	SEM	P 值 P-value
饱和脂肪酸 SFA	76.22	69.18	62.16	4.06	0.640
不饱和脂肪酸 UFA	20.81	20.72	19.95	0.27	0.830
单不饱和脂肪酸 MUFA	16.55	16.32	16.18	0.11	0.970
多不饱和脂肪酸 PUFA	3.34	4.28	3.74	0.27	0.550
短链脂肪酸 SCFA	9.14	10.18	8.67	0.45	0.570
中链脂肪酸 MCFA	45.32	56.08	35.43	5.96	0.420
长链脂肪酸 LCFA	22.99	30.90	28.63	2.35	0.510
共轭亚油酸 CLA	2.02^{B}	2.64^{AB}	2.80^{A}	0.24	0.048

短链脂肪酸为 C4~C12, 中链脂肪酸为 C13~C17, 长链脂肪酸为 C18~C23。

SCFA is C4 to C12, MCFA is C13 to C17, LCFA is C18 to C23.

3　讨　论

3.1　饲粮中添加黄花蒿乙醇提取物对奶牛产奶量的影响

蒋林树等[7]研究了在全混合日粮（TMR）中加入不同比例（0、1.0、1.7、2.5 kg）的膨化全脂大豆，结果表明，与对照组相比，膨化全脂大豆添加组产奶量显著增加。王丽芳等[8]在奶牛饲粮中添加整粒胡麻籽 972 g/（d·头）和整粒棉籽 2 169 g/(d·头)，结果表明胡麻籽与棉籽的混合物能提高奶牛产奶量。以上试验均是通过奶牛饲粮中添加植物油或油料籽实来增

加乳脂中CLA含量，本试验主要通过在奶牛饲粮中添加植物提取物来增加乳脂中CLA含量，试验结果与以上试验结果相似，这也暗示了通过植物提取物调控乳脂中CLA含量的同时也可以增加奶牛产奶量。试验1组产奶量低于试验开始时的产奶量并差异显著，其原因有待于进一步研究。

3.2　饲粮中添加黄花蒿乙醇提取物对奶牛乳成分的影响

乳脂和乳蛋白是牛乳和乳制品的重要成分之一。研究表明，奶牛饲粮中添加植物油调控乳脂中CLA含量的同时均可以提高乳脂率，但无论单独或与葵花油同时使用，乳蛋白均较对照组显著降低[9]，与本试验结果不同，这可能是因为添加不同来源物质调控乳脂中CLA含量的原因；王丽芳[6]研究发现，在每只奶山羊饲粮中分别添加黄花蒿提取物7.26和12.10 g/d，结果显示，对于乳脂产量，2个试验组均高于对照组，其中试验2组显著高于对照组；对于乳蛋白产量，2个试验组均高于对照组，其中试验2组显著高于对照组；对于乳脂率，2个试验组均高于对照组，其中试验2组显著高于对照组（$P<0.05$）；对于乳蛋白率，2个试验组均高于对照组，但组间差异不显著；对于乳糖率，2个试验组也均高于对照组，但组间差异不显著；对于如非脂固形物含量，也是2个试验组高于对照组，但组间差异也均不显著。本试验结果表明，与对照组相比，试验1、2组的乳脂率、乳脂产量、乳蛋白率、乳蛋白产量、非脂乳固体含量等均有提高的趋势，但是差异不显著，与王丽芳[6]研究结果一致。试验1组的乳糖率有提高的趋势，试验2组的乳糖率有下降的趋势，与王丽芳[6]研究结果不一样，原因有待于进一步研究。

3.3　饲粮中添加黄花蒿乙醇提取物对奶牛乳脂脂肪酸组成的影响

补饲脂肪对乳脂脂肪酸组成具有重要的影响。多数研究表明，奶牛饲粮中补饲植物油或油料籽实均可以调控乳脂中CLA的含量，如尹福泉等[10]在饲粮中添加葵花籽后乳脂中CLA含量提高了98.28%。本试验中，在奶牛饲粮中添加黄花蒿乙醇提取物均提高了乳脂中CLA含量，其中试验2组显著增加了乳脂中CLA含量，试验1、2组比对照组分别提高了30.7%和38.6%。王丽芳[6]研究发现，在每只奶山羊饲粮中分别添加黄花蒿提取物7.26和12.10 g/d，2个黄花蒿添加组乳脂中CLA含量显著高于对照组，与本试验结果一致。乳脂中CLA生成的作用机制来源于2个方面，一方面是瘤胃中溶纤维丁酸弧菌去饱和反式-11-C18:1脂肪酸成为CLA，另一方面是乳腺中硬脂酰辅酶A去饱和酶（SCD）去饱和反式-11-C18:1脂肪酸

成为 CLA。Wallace[12]研究表明，菊科植物提取物增加乳脂中 CLA 含量的作用机制是增加了瘤胃中与 CLA 合成相关的溶纤维丁酸弧菌含量。本研究采用黄花蒿乙醇提取物调控乳脂中 CLA 含量的可能作用机制与之相同，因为黄花蒿属于菊科植物。

与对照组相比，试验 1、2 组乳脂中饱和脂肪酸、不饱和脂肪、单不饱和脂肪酸含量均有下降的趋势。本试验在奶牛饲粮中添加黄花蒿乙醇提取物也提高了乳脂中多不饱和脂肪酸含量，尹福泉等[11]在奶牛饲粮中添加不同油料籽实(葵花籽、亚麻籽、菜籽)的外源脂肪，提高了乳脂中多不饱和脂肪酸含量，与本试验结果一致。王丽芳[6]研究发现，在每只奶山羊饲粮中分别添加黄花蒿提取物 7.26 和 12.10 g/d，试验 1 组有增加乳脂中中、短链脂肪酸含量的趋势，但差异不显著；试验 2 组有降低乳脂中中、短链脂肪酸含量的趋势，差异也不显著，与本试验研究结果一致。已有的研究证实，几乎所有的 C14:0 以下的脂肪酸和大约 1/2 的 C16:0 脂肪酸是由来自奶牛瘤胃发酵产生的乙酸、β-羟丁酸在乳腺组织内从头合成的，而乳脂中的长链脂肪酸主要来源于血脂，而血脂中的长链脂肪酸主要来源于饲粮。本试验在奶牛粮中添加黄花蒿乙醇提取物，结果显示试验 1、2 组乳脂中长链脂肪酸含量明显提高。

4 结 论

① 饲粮中 96 和 160 g/(d·头)添加黄花蒿乙醇提取物对奶牛产奶性能没有显著影响。

② 饲粮中添加 160 g/(d·头)黄花蒿乙醇提取物能显著提高奶牛乳脂中 CLA 含量。

参考文献:

[1] KELLY M L,KOLVER E S,BAUMAN D E,et al.Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows[J].Journal of Dairy Science,1998,81(6):1630–1636.

[2] 梁贤威,张双双,韦升菊,等.饲粮中添加葵花籽油和茶油对泌乳水牛生产性能及乳脂脂肪酸组成的影响[J].动物营养学报,2014,26(12):3821–3828.

[3] 薛秀恒,王菊花,王志耕,等.日粮添加葵花籽油与豆油对奶牛生产性能及乳中共轭亚油酸含量的影响[J].粮食与饲料工业,2010(4):52–55,63.

[4] 刘仕军,王加启,卜登攀,等.日粮添加植物油籽对乳脂脂肪酸的影响[J].中国农业科学,2007,40(6):1248–1253.

[5] 晏荣,李志强,韩建国,等.苜蓿青贮牛奶中共轭亚油酸含量的影响[J].饲料研究,2006(10):44–47.

[6] 王丽芳.添加菊科植物黄花蒿提取物对奶山羊乳中 CLA 含量的影响及机理研究[D].博士学位论文.呼和浩特:内蒙古农业大学,2010.

[7] 蒋林树,孟庆翔,马俊云,等.膨化全脂大豆对高产奶牛乳脂中脂肪酸含量的影响[J].中国奶牛,2007(4):14–17.

[8] 王丽芳,敖长金,杨健.添加混合油料籽实对奶牛生产性能及 CLA 的影响[J].现代畜牧兽医,2005(12):8–11.

[9] 杜红芳,刁其玉.日粮添加共轭亚油酸钙盐和葵花油对奶牛产奶性能及饲料消化率的影响[J].饲料工业,2007,28(1):50–53.

[10] 尹福泉,嘎尔迪,刘瑞芳,等.日粮中添加油料籽实对奶牛生产性能及乳脂脂肪酸组成的影响[J].动物营养学报,2008,20(3):261–267.

[11] 尹福泉,嘎尔迪,刘瑞芳,等.饲粮中添加不同脂肪源对奶牛瘤胃液挥发性脂肪酸及乳脂共轭亚油酸比例的影响[J].中国畜牧杂志,2008,44(11):25–29.

[12] WALLACE R J.Biohydrogenation of fatty acids in the rumen[C]//The 6th Joint Symposium of China-Korea-Japan on Rumen Metabolism and Physiology.[S.l.]:[s.n.],2007.

Effects of Dietary Artemisia Annua Extracts on Milk Performance and Conjugated Linoleic Acid Content in Milk Fat of Lactating Cows

Siqinbilige[1] WANG Lifang[2*] DING He[1] LIU Wangjing[1] LIAN Haifei[2] AO Changjin[1*]

(1. *College of Animal Science, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot* 010018, *China*; 2. *Inner Mongolia Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Huhhot* 010031, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of dietary artemisia annua extracts on milk performance and conjugated linoleic acid (CLA) content in milk fat of lactating cows. Fifteen Holstein dairy cows were randomly divided into 3 groups with 5 cows according to their body weight [(600±29) kg], milk yield [(22.8±1.8) kg/d], parity (2 to 3) and lactation period [(158±3) d], and feeding trial were 40 days including 1 to 9 days for adaptation and 10 to 40 days for experimental stage. Cows in the control group were fed a basal diet, and the others were fed the basal diet supplemented with 96 (experimental group 1) and 160 g/(d·head) artemisia annua extracts (experimental group 2), respectively. The results showed as follows: during the whole experiment stage, compared with the control group, the milk yield (the 24th, 31st, and 40th days), milk fat percentage, milk fat yield, milk protein percentage, milk protein yield, non-fat milk solid content and contents of saturated fatty acid, monounsaturated fatty acid, polyunsaturated fatty acid, shot chain fatty, medium fatty and long chain fatty acid in milk fat of two experimental group were no significant differences ($P>0.05$); however, the milk fat CLA content of experimental groups 1 and 2 was increased by 30.7% and 38.6%, respectively, and there was a significant difference between the control group and experimental group 2($P<0.05$). In conclusion, dietary supplemented with moderate artemisia annua extracts has no effect on the milk performance of lactating cows, but can increase the milk fat CLA content, and optimize the proportion of fatty acids in milk fat.

Key words: lactating cows; artemisia annua extracts; milk performance; milk fat; conjugated linoleic acid

*Corresponding authors: WANG Lifang, associate professor, E-mail: wanglifang100008@163.com; AO Changjin professor, E-mail: changjinao@aliyun.com (责任编辑　武海龙)